

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РАБОТЫ ШНЕКОВОГО СОЛОДОВОРОШИТЕЛЯ

С. А. УДОДОВ, А. Н. КАШУРИН

Киевский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт пищевой промышленности

Одной из важных операций при солодоращении является разрыхление проращиваемого материала с помощью солодоворошителей [1, 2, 3]. Автоматизированный шнековый ворошитель солода серии Ш4-ВВШ [2] — одна из последних усовершенствованных конструкций. Скорость перемещения тележки ворошителя при ворошении (0,4 м/мин), частота вращения шнеков (8 мин⁻¹) остаются неизменными в течение замачивания и проращивания ячменя.

В литературе [3, 4] имеются рекомендации по выбору скорости перемещения тележки ворошителя и частоты вращения шнеков, однако нет сведений об эффективности ворошения и оптимальных соотношениях частоты вращения шнеков и скорости перемещения тележки ворошителя во время технологических операций производства солода.

Для оценки эффективности ворошения целесообразно использовать количественную характеристику этого процесса, выраженную кратностью ворошения.

Количество солода $G_{пер}$, перемешиваемого солодоворошителем, отнесенное к количеству солода G_c , который прошел через ворошитель за тот же промежуток времени, определяет кратность ворошения

$$K = \frac{G_{пер}}{G_c} = \frac{\frac{\pi d^2}{4} h \varphi \rho_c z n \tau}{\sqrt{\tau} B H \rho_c},$$

где d — диаметр шнека, м; h — шаг витка шнека, м; $\varphi = \xi \psi$ — коэффициент производительности, учитывающий условия загрузки ξ и степень заполнения шнека ψ ($\xi = 0,6$, $\psi = 1$); ρ_c — насыпная плотность солода, т/м³; z — число шнеков; n — число оборотов шнека, мин⁻¹; τ — время движения солодоворошителя, мин; v — скорость перемещения тележки солодоворошителя, м/мин; B — ширина солодорастильного аппарата, м; H — высота слоя солода, м.

Поскольку $B = dz$, то $K = \pi d h \varphi n / 4 v H$.

Анализ данного уравнения показывает, что кратность ворошения может быть повышена за счет его параметров: d , h , n , v и H .

Диаметр шнека d , шаг витка шнека h — это конструктивные размеры, изменение которых возможно в довольно узких пределах или практически невозможно.

Наиболее эффективным средством достижения указанной цели в условиях непрерывного роста высоты слоя перерабатываемого материала является изменение n , мин⁻¹ и v , м/мин, интервалы изменения которых, в свою очередь, регламентируются технологическими соображениями, а именно: повышенная частота вращения шнеков травмирует солод, способствует засорению сит ростками, снижает порозность слоя солода и увеличивает его аэродинамическое сопротивление.

С целью определения оптимальных параметров режима работы шнекового солодоворошителя в высоком слое и выработки рекомен-

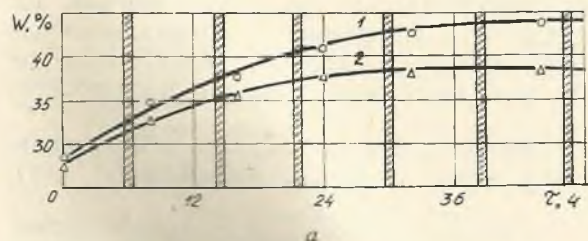
даций по усовершенствованию и конструированию нового оборудования мы провели исследования со шнековым солодворошителем Ш4-ВВШ-8.

Для шнекового солодворошителя, установленного в аппаратах большой единичной мощности, $d=0,485$ м, $h=0,335$ м, $z=8$, $n=8$ мин⁻¹, $v=0,36$ м/мин, $\Phi=0,6$, $H=1,25$ м, а кратность ворошения равна 1,4.

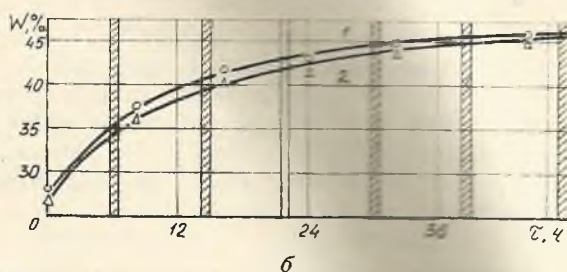
Очевидно, что для каждой технологической операции — замачивания, проращивания должно быть определено свое оптимальное соотношение n к v ворошителя при достаточной степени эффективности ворошения.

Методикой исследований предусматривалось изменение v от 0,2 до 0,9 м/мин, а n — от 4,9 до 42,6 мин⁻¹, т. е. в диапазоне изменения коэффициента кратности ворошения 0,3—14.

Эти диапазоны изменения скоростей были определены в ходе предварительных испытаний, а также на основе анализа технических характеристик отечественных и зарубежных солодворошителей. При этом зерновая масса должна быть увлажнена одинаково по всей высоте слоя, а повреждение зерна или его ростков при ворошении недопустимо.



Высота слоя, м	0,88	0,96	1,00	1,02	1,04	1,06
Проращаемость, %						
низ			37,5			74,8
верх			48,1			84,8



Высота слоя, м	0,88	1,02	1,06	1,08	1,10	1,12
Проращаемость, %						
низ			49,7			88,3
верх			57,2			90,0

— ворошение с орошением
 — ворошение без орошения

Как показали исследования, в ходе замачивания при больших v ворошителя — 0,6—0,9 м/мин и $n=4,9$ —8 мин⁻¹ ($K=0,3$ —0,8) наблюдается резкое различие в проращаемости и во влагосодержании нижнего — кривая 1 и верхнего слоя — кривая 2 (рис. 1а). Оно несколько меньше при $v=0,6$ м/мин и $n=30$ —42 мин⁻¹ ($K=3$ —4,2). Однако такое соотношение приемлемо в начале замачивания, пока еще механическое повреждение ростков исключено. Исходя из технологических требований экспериментально определили, что при воздушно-оросительном замачивании в растительном аппарате наиболее приемлемы $v=0,2$ —0,3 м/мин, $n=30$ —40 мин⁻¹ ($K=8$ —14) в первые сутки замачивания (до достижения W 35—38%) и в последующем — 12—16 мин⁻¹ ($K=4,0$ —6,4).

При таком режиме работы солодворошителя обеспечивается качественное перемешивание зерна, достаточный его контакт с водой и кислородом воздуха, равномерность проращивания и влагонасыщения (рис. 1 б, кривые 1 и 2 — верхний и нижний слой соответственно).

При проращивании высокого слоя установлено, что высокая $v = 0,9$ м/мин — неприемлема в силу повышенного момента опрокидывания, действующего со стороны солода на ворошитель, а большие значения $n > 16$ мин⁻¹ вызывают механическое повреждение проращиваемого материала.

Скорость перемещения тележки ворошителя $v = 0,3—0,4$ м/мин и частота вращения шнеков $n = 8—12$ мин⁻¹ были определены оптимальными для проращивания ($K = 1,2—2,4$).

Ворошение при сушке длительностью менее 24 ч нецелесообразно [5, 6]. При сушке 30—36 ч в высоком слое ворошение необходимо для обеспечения лучших условий аэрации и выравнивания процесса по площади сушильной решетки. Однако при обычной (паспортной) и малых v ворошителя — 0,2—0,4 м/мин и $n \geq 8$ мин⁻¹ ($K \geq 1,5$) отмечена значительная продолжительность сушки, низкое качество солода (высокая цветность, стекловидность), повышенный облом ростков. Это объясняется эффективным перемешиванием слоев солода, в результате чего выдержать заданное соотношение «температура сушильного агента — влажность солода» в промышленных условиях не представляется возможным. При испытаниях обнаружено, что при v ворошителя 0,9 м/мин и $n < 5$ мин⁻¹ ($K \leq 0,3$) перемещение слоев практически невелико. Ворошитель свою функцию «ворошить» утрачивает, воздействуя на высушиваемый солод как рыхлитель, увеличивая порозность слоя, препятствуя срастанию и слеживанию верхних слоев солода.

Сравнение технико-экономических показателей сушки солода с работающим ворошителем при обычной и повышенной скоростях перемещения показывает, что при взрыхлении солода длительность сушки сокращается более чем на 20%, качество готового солода, как показали анализы, хорошее.

Использование данной конструкции солодovorошителя малоэффективно, так как спирали шнеков неизменно способствуют перемешиванию слоев зерна, обламыванию ростков сухого солода и может быть рекомендовано к эксплуатации в исключительных случаях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Главинский Д. Г. Современная техника пивоваренного производства. — М.: Пищ. пром-сть, 1974. — 279 с.
2. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности / В. И. Попов, И. Т. Кретов, В. Н. Стабников, В. К. Предтеченский. 6-е изд. перераб. и доп. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1983. — 464 с.
3. Технология солода: пер. с нем. / Под ред. И. М. Грачевой. — М.: Пищ. пром-сть, 1980. — 504 с.
4. De Clerck Etienne. Le maltage en cases de 300 tonnes jear le systeme «tout en cases». — Fermentativ, 1972, 68, № 1, 16.
5. Гавриленков А. М., Кулаков В. И., Теребиж И. К. Влияние ворошения на влагообмен при сушке солода. — Фермент. и спирт. пром-сть, 1976, № 5, с. 14.
6. Домарецкий В. А. Исследование процессов производства пивоваренного солода с целью их интенсификации и создания высокоэффективных аппаратов. — Докт. дис. Киев, 1980. — 546 с.

Проблемная научно-исследовательская
лаборатория

Кафедра машин и аппаратов
пищевых производств

Поступила 21 II 1986